

JURNAL SINTA ERWIN SAPUTRO TEKNIKA.docx

by 1 1

Submission date: 29-May-2025 05:31AM (UTC-0400)

Submission ID: 2687476566

File name: JURNAL_SINTA_ERWIN_SAPUTRO_TEKNIKA.docx (585.91K)

Word count: 3977

Character count: 22051

Evaluasi Penjadwalan Proyek Produksi Conveyor Table Top Chain Pada CV. XYZ Dengan Pendekatan CPM-PERT

Erwin Saputro¹, Siti Muhimatul Khoiroh²

Prodi Teknik Industri, Universitas 17 Agustus 1945 Surabaya

Jalan Semolowaru No. 5, Surabaya

E-mail: saputra.erwin2017@gmail.com¹, siti_muhimatul@untag-sby.ac.id²

Abstract (Times New Roman 10 Bold)

This study evaluates the effectiveness of project scheduling for conveyor table top chain production at CV. XYZ using Critical Path Method (CPM), Program Evaluation and Review Technique (PERT), and project crashing. The study was motivated by frequent project delays in 2024, causing late deliveries and cost overruns. CPM identified the critical path as activities A-B-C-E-F-G-H-I-J-K-L-M-N, with one activity (Incoming Check Material) having slack. PERT estimated the project duration at 127 days with an 84% probability of on-time completion. Crashing was applied to two activities (C-D and F-G), reducing the duration to 107 days with an additional cost of Rp63,300,733. This increased the total project cost from Rp660,660,000 to Rp723,960,733. The findings show that combining CPM, PERT, and crashing significantly improves time efficiency and cost control in project execution.

Keywords: Project Scheduling, Critical Path Method (CPM), Program Evaluation and Review Technique (PERT), Crashing Project, Conveyor Table Top Chain

Abstrak

Penelitian ini dilakukan untuk mengevaluasi efektivitas penjadwalan proyek produksi Conveyor Table Top Chain di CV. XYZ dengan menerapkan metode Critical Path Method (CPM), Program Evaluation and Review Technique (PERT), dan Crashing Project. Latar belakang didasari oleh tingginya tingkat keterlambatan proyek yang terjadi pada tahun 2024, ini berdampak pada keterlambatan pengiriman dan pembengkakan biaya. Dengan metode CPM, diidentifikasi jalur kritis proyek terdiri dari aktivitas A-B-C-E-F-G-H-I-J-K-L-M-N, dengan 1 aktivitas (Incoming Check Material) yang memiliki slack. Hasil metode PERT mengestimasi durasi proyek selama 127 hari dengan tingkat probabilitas penyelesaian sebesar 84%. Pendekatan crashing juga digunakan untuk mempercepat 2 aktivitas, yakni aktivitas C-D dan F-G, sehingga waktu penyelesaian proyek dapat dipangkas dari 127 menjadi 107 hari, dengan tambahan biaya sebesar Rp63.300.733. Percepatan ini menyebabkan total biaya proyek meningkat dari Rp660.660.000 menjadi Rp723.960.733. Hasil penelitian menunjukkan bahwa kombinasi metode CPM, PERT, dan Crashing dapat secara signifikan meningkatkan efisiensi waktu dan pengendalian biaya dalam pelaksanaan proyek.

Kata kunci: Penjadwalan proyek, Critical Path Method (CPM), Program Evaluation and Review Technique (PERT), Crashing Project, Conveyor Table Top Chain

1. Pendahuluan

CV. XYZ adalah perusahaan manufaktur yang berlokasi di Pucanganom, Sidoarjo, bergerak di bidang rekayasa mekanik (mechanical engineering). Fokus utama perusahaan pada produksi Wiremesh dan Conveyor Table Top Chain, dengan target pasar utama industri besar seperti PT. Amerta Indah Otsuka, PT. Cisarua

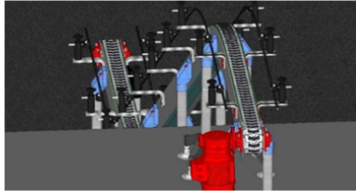
Mountain Dairy (Cimory), dan lainnya yang didukung oleh 32 karyawan dengan sistem penggajian harian. Selama periode 2015–2023, CV. XYZ memproduksi berbagai jenis conveyor seperti pada Tabel 1.

KETERUNTUAN PENULISAN JURNAL "SURYA TEKNIKA"

Tabel 1.

Rekap Data PO Conveyor Table Top Chain 2024		
Jenis Conveyor	Tahun Produksi	
Chain Conveyor	2015-Present	
Belt Conveyor		
Roller Conveyor	2015-2023	
Screw Conveyor		
Spiral Conveyor		

Conveyor Table Top Chain merupakan sistem transportasi pemindahan barang secara *horizontal* atau miring yang dirancang modular dan fleksibel. Ini memberikan kemudahan dalam pemindahan produk, meningkatkan kecepatan produksi, dan mengurangi waktu siklus [1].



Gambar 1. Conveyor Table Top Chain

Umumnya proyek dihadapkan pada 3 kendala utama, yaitu anggaran, jadwal, dan mutu, yang dikenal sebagai *triple constraint* [2]. Pengendalian waktu produksi penting untuk mencegah keterlambatan akibat kesalahan proses [1]. Tanpa penanganan, kesalahan dapat menghambat penyelesaian Conveyor Table Top Chain. Oleh karena itu, dibutuhkan proses manufaktur yang terstruktur [3]. Adapun data waktu produksi Conveyor Table Top Chain tahun 2024 di CV. XYZ disajikan sebagai berikut:

Tabel 2.

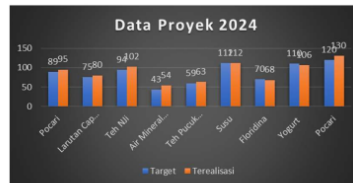
Rekap Data PO Conveyor Table Top Chain 2024					
Nama Perusahaan	Spek Order	Tgl Mulai	Trgt (day)	Terea lisasi (day)	Ter Lambat (hari)
Pocari	19 m	03/01/24	89	95	6
Larutan	18 m	08/01/24	75	80	5
Cap Tiga					
Teh Nji	20 m	22/03/24	94	102	8
Air Mineral	16 m	29/03/24	43	54	11
Aqua					
Teh Pucuk	18 m	28/04/24	59	63	4
Mayora					
Susu	25 m	15/07/24	112	112	TARGET
Floridina	17 m	20/07/24	70	68	TARGET
Yogurt	22 m	10/08/24	110	106	TARGET
Pocari	27 m	19/08/24	120	130	10
TOTAL			772	810	38

Berdasarkan data CV.XYZ tahun 2024, dari 9 proyek Conveyor Table Top Chain yang dijalankan, hanya 3 proyek selesai tepat waktu,

sedangkan 6 lainnya mengalami keterlambatan. Kondisi ini berpotensi menunda pengiriman produk Conveyor Table Top Chain. Proyek Air Mineral Aqua terlambat 11 hari, sementara Pocari tertunda 10 hari, ini berpotensi menimbulkan penalti dan pembengkakan biaya (Tabel 3). Permasalahan ini perlu segera ditangani untuk meminimalkan dampak terhadap jadwal proyek secara keseluruhan [4].

Tabel 3.

Rekap Data Biaya Penalti Conveyor Table Top Chain 2024			
Nama Perusahaan	Gaji Karyawan (hari)	Denda	Ket. (Gaji + Denda)
Pocari	Rp30.492.000	Rp10.000.000	Rp40.492.000
Larutan	Rp25.410.000	Rp11.000.000	Rp36.410.000
Cap Tiga			
Teh Nji	Rp40.656.000	Rp8.000.000	Rp48.656.000
Air Mineral	Rp55.902.000	Rp15.000.000	Rp70.902.000
Aqua			
Teh Pucuk	Rp20.328.000	Rp14.000.000	Rp34.328.000
Mayora			
Susu	-	-	-
Floridina	-	-	-
Yogurt	-	-	-
Pocari	Rp50.820.000	Rp15.000.000	Rp65.820.000
TOTAL	Rp223.608.000	Rp73.000.000	Rp296.608.000



Gambar 2. Data Proyek 2024 Conveyor Table Top Chain

Berdasarkan Tabel 4, untuk tahun 2025 salah satu proyek utama adalah produksi Conveyor Table Top Chain sepanjang 35 meter untuk Cimory Yogurt, dimulai pada 21 Januari 2025 dengan target penyelesaian 130 hari.

Tabel 4.

Data PO Conveyor Table Top Chain Periode 2025				
Perusahaan	Spek Order	Tanggal Mulai	Target Selesai	Target (hari)
Pocari	30 m	30/12/2024	26/06/2025	120
Susu	21 m	15/01/2025	03/04/2025	80
Benuang				
Cimory Yogurt	35 m	21/01/2025	11/08/2025	130

Proyek ini terdiri dari 14 tahapan aktivitas mulai dari pembuatan *Work Order* hingga pengiriman, mencakup:

Tabel 5.

Aktivitas Pekerjaan Proyek Conveyor ke-23 (Cimory Yogurt)		
No	Aktivitas	Durasi (hari)
1	Work Order & Review Drawing	6

KETENTUAN PENULISAN JURNAL "SURYA TEKNIKA"

2	Perencanaan Pengadaan	7
3	Pengadaan Material Utama	30
4	<i>Incoming Check Material</i>	3
5	Conveyor Body Part	12
6	Top Chain Part	15
7	Mechanical Conveyor (Ass, Bearing, & dll)	15
8	Rangkaian DOL (Direct On Line)	12
9	Assembly	10
10	Finishing Part	10
11	Internal Inspection	2
12	Customer Acceptance	4
13	Packaging	2
14	Pengiriman	2
Total		130

Idealnya pada bulan Maret proyek telah memasuki pembuatan *Conveyor Body Part*, namun data awal Tabel 6 menunjukkan keterlambatan pada tahap "*Incoming Check Material*", yang terealisasi dalam 5 hari dari target 3 hari mulai 24 Maret dan selesai 28 Maret 2025, menyebabkan deviasi 2 hari.

Tabel 6.
Schedule Proyek Conveyor CV. XYZ 2025

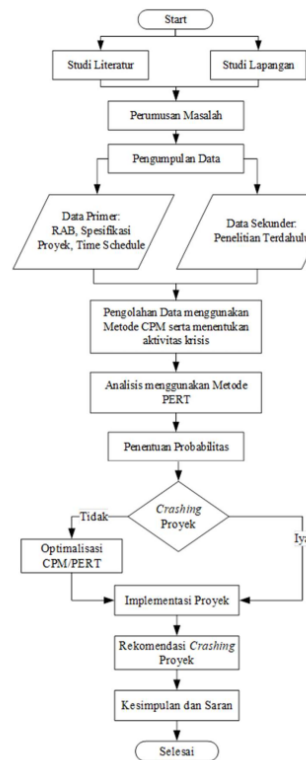
Pengerjaan	Target	Mulai	Terealisasi	Selesai	Terlambat
Pembuatan <i>Work Order</i> (RAB, KAK, <i>Schedule</i>) & Review	6	22/01/25	6	03/02/25	0
Perencanaan Pengadaan	7	04/02/25	7	12/02/25	0
Pengadaan Material Utama & Material Consumable	30	13/02/25	30	26/03/25	0
<i>Incoming Material</i>	3	27/03/25	5	09/04/25	2
Conveyor Body Part	12	10/04/25	12	29/04/25	0
Top Chain Part	15	30/04/25	15	26/05/25	0
Mechanical Conveyor (ass, bearing, & dll)	15	-	-	-	-
Rangkaian DOL (<i>Direct On Line</i>)	12	-	-	-	-
Assembly	10	-	-	-	-
Finishing	10	-	-	-	-
Internal Inspection	2	-	-	-	-
Customer Acceptance	4	-	-	-	-
Packaging	2	-	-	-	-
Pengiriman	2	-	-	-	-

Merujuk ke Tabel 2, melihat pola keterlambatan sebelumnya dan potensi kendala secara berurutan pada proyek Cimory 2025 pada Tabel 6, dibutuhkan analisis dengan metode CPM-PERT untuk mengidentifikasi prioritas

permasalahan terkait risiko keterlambatan penyelesaian, menghitung estimasi durasi optimal untuk meningkatkan efisiensi operasional dalam melaksanakan proyek, serta mengevaluasi percepatan melalui metode *Crashing Project* [5].

2. Methodologi

Penelitian dilakukan selama Januari–April 2025 di CV. XYZ, Sidoarjo dengan serangkaian langkah terstruktur yang digambarkan dalam *flowchart* sebagai berikut:



Gambar 3. Flowchart Penelitian

Alur dalam penelian ini dijabarkan sebagai berikut:

- A. Studi Lapangan dan Studi Literatur
Observasi lapangan dan perbandingan data *Purchase Order* (PO) untuk menemukan

KETENTUAN PENULISAN JURNAL “SURYA TEKNIKA”

hambatan produksi *Conveyor Table Top Chain*. Sistem penjadwalan belum efisien, sehingga jadwal belum pasti. Penulis kemudian mengusulkan studi literatur terkait metode CPM untuk meminimalkan waktu penyelesaian keseluruhan [6]. Pendekatan PERT yang memungkinkan perencanaan dan pemantauan tugas secara sistematis [7]

B. Identifikasi aktivitas proyek

Menguraikan aktivitas terkait masalah keterlambatan produksi *Conveyor Table Top Chain* yang sering terjadi, menyebabkan kerugian karena kurangnya identifikasi jalur kritis dan *slack* dalam penjadwalan produksi [8]. Perencanaan aktivitas dan hubungan antar aktivitas perlu diuraikan secara mendalam dalam fase penjadwalan untuk mendukung penilaian proyek [9].

C. Pengumpulan Data

Data dikumpulkan melalui observasi langsung, terdiri dari data primer meliputi Jadwal proyek, desain, dan spesifikasi dari CV. XYZ. Data sekunder berupa literatur pendukung seperti buku, jurnal, dan artikel terkait.

D. Pengolahan Data Menggunakan Metode CPM

- 1) Menentukan setiap kegiatan, disusun daftar aktivitas proyek berdasarkan rincian kerja, termasuk urutan dan durasi.
- 2) Urutan Kegiatan, disusun hubungan antar aktivitas untuk membentuk diagram jaringan *network diagram* CPM yang merupakan bagian dari *network planning*, agar mudah dalam memahami struktur dan alur kerja proyek [10]
- 3) Membuat *Network Diagram*, jaringan diagram dengan metode *Activity on Node* (AON) sebagai representasi visual [2].
- 4) Estimasi waktu penyelesaian proyek berdasarkan rencana awal dari CV. XYZ. Ini sesuai dengan praktik yang dijelaskan oleh [11].
- 5) Penentuan jalur kritis
Penentuan *Total Float* (TF) untuk mengetahui kelonggaran waktu aktivitas (termasuk jalur kritis atau tidak), digunakan rumus [2]:

$$TF = LS - ES = LF - EF \quad (1)$$

Keterangan:

TF = Total waktu tunda tanpa memengaruhi proyek.

LS = *Late Start* ; ES = *Early Start*

LF = *Late Finish* ; EF = *Early Finish*

E. Analisis metode PERT

- 1) Analisis tiga estimasi waktu (optimis, realistis, pesimis) untuk menghitung

waktu rata-rata dan probabilitas penyelesaian proyek tepat waktu [12].

Menentukan Nilai TE:

$$te = \frac{a+4m+b}{6} \quad (2)$$

Di mana,

te = Waktu yang diharapkan

a = Waktu optimis

m = Waktu realistis

b = Waktu pesimis

- 2) Menghitung standar deviasi (S) dan varians (V) untuk mengestimasi peluang keterlambatan [13].

$$S = \frac{b-a}{6} \quad (3)$$

$$V(te) = S^2 \quad (4)$$

F. Penentuan Probabilitas, peluang penyelesaian proyek (hasil dapat dilihat di *Table Distribusi Z*)

$$Z = \frac{Td - Te}{s} \quad (5)$$

Z	0.00	0.01	0.02	0.03	0.04	0.05	0.06	0.07	0.08	0.09
-3.9	0.0005	0.0005	0.0004	0.0004	0.0004	0.0004	0.0004	0.0004	0.0003	0.0003
-3.8	0.0007	0.0007	0.0007	0.0006	0.0006	0.0006	0.0006	0.0006	0.0005	0.0005
-3.7	0.0011	0.0011	0.0011	0.0010	0.0010	0.0010	0.0010	0.0010	0.0009	0.0009
-3.6	0.0016	0.0016	0.0015	0.0015	0.0014	0.0014	0.0014	0.0013	0.0012	0.0011
-3.5	0.0022	0.0022	0.0021	0.0021	0.0020	0.0020	0.0019	0.0019	0.0017	0.0017
-3.4	0.0030	0.0030	0.0028	0.0028	0.0027	0.0026	0.0026	0.0025	0.0023	0.0023
-3.3	0.0040	0.0040	0.0037	0.0037	0.0036	0.0035	0.0034	0.0034	0.0032	0.0032
-3.2	0.0052	0.0052	0.0049	0.0048	0.0047	0.0046	0.0045	0.0044	0.0042	0.0042
-3.1	0.0067	0.0067	0.0063	0.0063	0.0061	0.0060	0.0059	0.0058	0.0056	0.0056
-3.0	0.0106	0.0105	0.0103	0.0102	0.0101	0.0100	0.0099	0.0098	0.0096	0.0096
-2.9	0.0159	0.0158	0.0156	0.0155	0.0154	0.0153	0.0152	0.0151	0.0149	0.0149
-2.8	0.0233	0.0232	0.0230	0.0229	0.0228	0.0227	0.0226	0.0225	0.0223	0.0223
-2.7	0.0336	0.0334	0.0332	0.0331	0.0330	0.0329	0.0328	0.0327	0.0325	0.0325
-2.6	0.0477	0.0475	0.0473	0.0472	0.0471	0.0470	0.0469	0.0468	0.0466	0.0466
-2.5	0.0658	0.0656	0.0654	0.0653	0.0652	0.0651	0.0650	0.0649	0.0647	0.0647
-2.4	0.0882	0.0880	0.0878	0.0877	0.0876	0.0875	0.0874	0.0873	0.0871	0.0871
-2.3	0.1157	0.1154	0.1152	0.1151	0.1150	0.1149	0.1148	0.1147	0.1145	0.1145
-2.2	0.1493	0.1489	0.1487	0.1486	0.1485	0.1484	0.1483	0.1482	0.1480	0.1480
-2.1	0.1878	0.1874	0.1872	0.1871	0.1870	0.1869	0.1868	0.1867	0.1865	0.1865
-2.0	0.2324	0.2319	0.2317	0.2316	0.2315	0.2314	0.2313	0.2312	0.2310	0.2310
-1.9	0.2839	0.2833	0.2831	0.2830	0.2829	0.2828	0.2827	0.2826	0.2824	0.2824
-1.8	0.3438	0.3431	0.3429	0.3428	0.3427	0.3426	0.3425	0.3424	0.3422	0.3422
-1.7	0.4129	0.4121	0.4119	0.4118	0.4117	0.4116	0.4115	0.4114	0.4112	0.4112
-1.6	0.4913	0.4904	0.4902	0.4901	0.4900	0.4899	0.4898	0.4897	0.4895	0.4895
-1.5	0.5793	0.5783	0.5781	0.5780	0.5779	0.5778	0.5777	0.5776	0.5774	0.5774
-1.4	0.6766	0.6756	0.6754	0.6753	0.6752	0.6751	0.6750	0.6749	0.6747	0.6747
-1.3	0.7833	0.7822	0.7820	0.7819	0.7818	0.7817	0.7816	0.7815	0.7813	0.7813
-1.2	0.8996	0.8984	0.8982	0.8981	0.8980	0.8979	0.8978	0.8977	0.8975	0.8975
-1.1	1.0359	1.0346	1.0344	1.0343	1.0342	1.0341	1.0340	1.0339	1.0337	1.0337
-1.0	1.1915	1.1891	1.1889	1.1888	1.1887	1.1886	1.1885	1.1884	1.1882	1.1882
-0.9	1.3679	1.3643	1.3641	1.3640	1.3639	1.3638	1.3637	1.3636	1.3634	1.3634
-0.8	1.5669	1.5621	1.5619	1.5618	1.5617	1.5616	1.5615	1.5614	1.5612	1.5612
-0.7	1.7903	1.7843	1.7841	1.7840	1.7839	1.7838	1.7837	1.7836	1.7834	1.7834
-0.6	2.0405	2.0333	2.0331	2.0330	2.0329	2.0328	2.0327	2.0326	2.0324	2.0324
-0.5	2.3193	2.3109	2.3107	2.3106	2.3105	2.3104	2.3103	2.3102	2.3100	2.3100
-0.4	2.6273	2.6177	2.6175	2.6174	2.6173	2.6172	2.6171	2.6170	2.6168	2.6168
-0.3	2.9653	2.9545	2.9543	2.9542	2.9541	2.9540	2.9539	2.9538	2.9536	2.9536
-0.2	3.3339	3.3219	3.3217	3.3216	3.3215	3.3214	3.3213	3.3212	3.3210	3.3210
-0.1	3.7324	3.7191	3.7189	3.7188	3.7187	3.7186	3.7185	3.7184	3.7182	3.7182
0.0	4.1593	4.1441	4.1439	4.1438	4.1437	4.1436	4.1435	4.1434	4.1432	4.1432

Gambar 4. Tabel Distribusi Normal Standar (*Z-Table*)

G. Analisis *Crashing Project*

Evaluasi percepatan proyek jika diperlukan, untuk mempercepat waktu atau mengurangi keterlambatan. 3 metode percepatan durasi proyek, yaitu [14]:

- 1) Lembur (*Overtime*), Pekerjaan yang melebihi jam kerja normal. Sesuai Permenaker No. 102/MEN/VI/2004, maksimal 3 jam/hari dan 14 jam/minggu.
- 2) Shift Kerja, Sistem kerja bergiliran (pagi, siang, malam) untuk memaksimalkan waktu operasional dan meningkatkan produktivitas.

KETENTUAN PENULISAN JURNAL "SURYA TEKNIKA"

- 3) Penambahan Tenaga Kerja, dilakukan untuk menghindari keterlambatan. Menghitung kapasitas tenaga kerja/ hari:

$$= \frac{1}{\text{Koefisien tenaga kerja}} \quad (6)$$

Menentukan jumlah tenaga kerja/ hari:

$$= \frac{\text{Volume pekerjaan}}{\text{Kapasitas kerja} \times \text{durasi}} \quad (7)$$

Menghitung durasi *crashing*:

$$= \frac{\text{Volume pekerjaan}}{\text{Kapasitas} \times \Sigma \text{tenaga kerja}} \quad (8)$$

Menghitung Durasi *crash* (Dc) maksimum jika lembur:

$$Dc = \frac{(Dn \times h)}{h + (ho \times e)} \quad (9)$$

Keterangan:

Dn = Durasi normal

h = Jam normal/hari

ho = Jam kerja lembur/hari

e = efektivitas lembur

H. Optimalisasi Proyek

Jika *crashing* tidak diperlukan, dilakukan optimalisasi durasi menggunakan metode CPM atau PERT untuk menentukan jadwal paling efisien. Penjadwalan memberikan gambaran menyeluruh atas aktivitas produksi, sehingga memudahkan estimasi waktu penyelesaian dan biaya terkait [15].

I. Implementasi Proyek

Hasil analisis diterapkan secara terstruktur dalam rencana proyek, termasuk penjadwalan, alokasi sumber daya, dan pengendalian [16].

J. Rekomendasi *Crashing Project*

Evaluasi pasca implementasi untuk menentukan apakah diperlukan rekomendasi tambahan percepatan dan biaya proyek.

K. Kesimpulan dan Saran

Berdasarkan hasil analisis metode penjadwalan dan durasi proyek tercepat. Disertakan saran untuk perusahaan dan pengembangan penelitian selanjutnya.

3. Hasil dan Pembahasan

3.1. Analisis Penjadwalan dengan Metode CPM

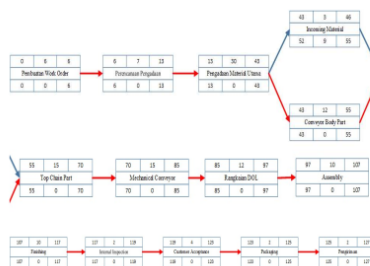
Urutan kegiatan yang sesuai dengan hubungan ketergantungan pada proyek *Conveyor Table Top Chain*.

Tabel 7.

Hubungan Ketergantungan Aktivitas Pada Proyek

Job Description	Durasi	Kode	Aktivitas pendahuluan
Pembuatan <i>Work Order</i> (RAB, KAK, <i>Schedule</i>) & Review	6	A	-
Perencanaan Pengadaan	7	B	A
Pengadaan Material Utama & <i>Material Consumable Incoming Material</i>	30	C	B
<i>Conveyor Body Part Top Chain Part Mechanical Conveyor (ass.bearing.& dll)</i>	12	D	C
	15	E	C
	15	F	D,E
Rangkaian DOL (<i>Direct On Line</i>)	12	G	F
<i>Assembly Finishing</i>	10	H	G
	10	I	H
<i>Internal Inspection Customer Acceptance</i>	2	J	I
	4	K	J
<i>Packaging</i>	2	L	K
Pengiriman	2	M	L

Hasil penyusunan *Network Diagram* dengan metode *Activity on Node* (AON), diketahui bahwa lintasan kritis berada pada aktivitas A-B-C-E-F-G-H-I-J-K-L-M-N dengan total durasi 127 hari pengerjaan proyek *Conveyor Table Top chain*.



Gambar 5. Activity On Node (AON)

Selanjutnya, penentuan waktu penyelesaian proyek dan perhitungan maju (*Forward Pass*), perhitungan yang dimulai dari *Start* (*Initial Event*) menuju *Finish* (*Terminal Event*) yang digunakan untuk menghitung waktu penyelesaian tercepat suatu kegiatan (EF) dan waktu tercepat terjadinya kegiatan (ES) [17]

Tabel 8.

Perhitungan Maju (*Forward Pass*)

Job Description	Kode	Durasi	ES	EF
Pembuatan <i>Work Order</i> (RAB,	A	6	0	6

KETENTUAN PENULISAN JURNAL "SURYA TEKNIKA"

KAK, Schedule) & Review				
Perencanaan Pengadaan	B	7	6	13
Pengadaan Material Utama & Material Consumable	C	30	13	43
Incoming Material	D	3	43	46
Conveyor Body Part	E	12	43	55
Top Chain Part	F	15	55	70
Mechanical Conveyor (ass,bearing,& dll)	G	15	70	85
Rangkaian DOL (Direct On Line)	H	12	85	97
Assembly	I	10	97	107
Finishing	J	10	107	117
Internal Inspection	K	2	117	119
Customer Acceptance	L	4	119	123
Packaging	M	2	123	125
Pengiriman	N	2	125	127

Perhitungan mundur, perhitungan dari *Finish* menuju *Start* untuk mengetahui waktu paling lambat terjadinya suatu kegiatan (LF) dan waktu paling lambat terjadinya suatu kegiatan (LS). Berikut adalah perhitungan mundur *Critical Path Method*.

Tabel 9.
Perhitungan Mundur (Backward Pass)

Job Description	Kode	Durasi	LS	LF
Pembuatan Work Order (RAB, KAK, Schedule) & Review	A	6	0	6
Perencanaan Pengadaan	B	7	6	13
Pengadaan Material Utama & Material Consumable	C	30	13	43
Incoming Material	D	3	52	55
Conveyor Body Part	E	12	43	55
Top Chain Part	F	15	55	70
Mechanical Conveyor (ass,bearing,& dll)	G	15	70	85
Rangkaian DOL (Direct On Line)	H	12	85	97
Assembly	I	10	97	107
Finishing	J	10	107	117
Internal Inspection	K	2	117	119
Customer Acceptance	L	4	119	123
Packaging	M	2	123	125
Pengiriman	N	2	125	127

Perhitungan *Total Float* menggunakan *Latest Start* dengan *Earliest Start* atau *Latest Finish* dengan *Earliest Finish*. Suatu kegiatan dikatakan kritis jika nilai *Total Float* nya sama dengan 0.

Tabel 10.
Total Float

Job Description	Kode	Durasi	ES	EF	LS	LF	Float
Pembuatan Work Order (RAB, KAK,	A	6	0	6	0	6	0

Schedule) & Review							
Perencanaan	B	7	6	13	6	13	0
Pengadaan	C	30	13	43	13	43	0
Pengadaan Material Utama & Material Consumable							
Incoming Material	D	3	43	46	52	55	9
Conveyor Body Part	E	12	43	55	43	55	0
Top Chain Part	F	15	55	70	55	70	0
Mechanical Conveyor (ass,bearing,& dll)	G	15	70	85	70	85	0
Rangkaian DOL (Direct On Line)	H	12	85	97	85	97	0
Assembly	I	10	97	107	97	107	0
Finishing	J	10	107	117	107	117	0
Internal Inspection	K	2	117	119	117	119	0
Customer Acceptance	L	4	119	123	119	123	0
Packaging	M	2	123	125	123	125	0
Pengiriman	N	2	125	127	125	127	0

Tabel 11.
Kegiatan yang Berada di Jalur Kritis

Job Description	Kode	Float
Pembuatan Work Order (RAB, KAK, Schedule) & Review	A	0
Perencanaan Pengadaan	B	0
Pengadaan Material Utama & Material Consumable	C	0
Conveyor Body Part	E	0
Top Chain Part	F	0
Mechanical Conveyor (ass,bearing,& dll)	G	0
Rangkaian DOL (Direct On Line)	H	0
Assembly	I	0
Finishing	J	0
Internal Inspection	K	0
Customer Acceptance	L	0
Packaging	M	0
Pengiriman	N	0

3.2. Analisis Estimasi Durasi dan Probabilitas (Metode PERT)

Berikut adalah hasil analisa waktu optimis, waktu paling mungkin dan waktu pesimis pada proyek produksi Conveyor.

Tabel 12.
Analisis Menggunakan Metode PERT

Job Description	Kode	a (hari)	m (hari)	b (hari)
Pembuatan Work Order (RAB,	A	4	6	10

KETENTUAN PENULISAN JURNAL "SURYA TEKNIKA"

KAK, <i>Schedule</i>) & Review				
Perencanaan Pengadaan	B	5	7	10
Pengadaan Material Utama & Material Consumable	C	27	30	34
<i>Incoming Material</i>				
<i>Conveyor Body Part</i>	D	2	3	5
<i>Top Chain Part</i>	E	10	12	15
<i>Mechanical Conveyor (ass.bearing,& dll)</i>	F	12	15	17
Rangkaian DOL (<i>Direct On Line</i>)	G	12	15	18
<i>Assembly</i>	H	10	12	15
<i>Finishing</i>	I	8	10	13
<i>Internal Inspection</i>	J	8	10	13
<i>Customer Acceptance</i>	K	1	2	5
<i>Packaging</i>	L	2	4	5
<i>Pengiriman</i>	M	1	2	3
	N	1	2	3

18

7) Perhitungan TE, waktu pesimis dan optimis mendapatkan bobot 1 sedangkan waktu paling mungkin bobot 4.

Tabel 13.
Nilai TE

Job Description	Kode	TE (hari) $= (a+4m+b)/6$
Pembuatan <i>Work Order</i> (RAB, KAK, <i>Schedule</i>) & Review	A	6,33
Perencanaan Pengadaan	B	7,17
Pengadaan Material Utama & Material Consumable	C	30,2
<i>Incoming Material</i>	D	3,17
<i>Conveyor Body Part</i>	E	12,2
<i>Top Chain Part</i>	F	14,8
<i>Mechanical Conveyor (ass.bearing,& dll)</i>	G	15
Rangkaian DOL (<i>Direct On Line</i>)	H	12,2
<i>Assembly</i>	I	10,2
<i>Finishing</i>	J	10,2
<i>Internal Inspection</i>	K	2,33
<i>Customer Acceptance</i>	L	3,83
<i>Packaging</i>	M	2
<i>Pengiriman</i>	N	2

1) Berikut adalah perhitungan nilai *standart deviasi* dan *varians* pada jalur kritis di proyek produksi *Conveyor Table Top Chain*.

Tabel 14.
Perhitungan Nilai *Standart Deviasi* dan *Varians*

Job Description	Kode	a (hari)	b (hari)	S(b-a)/6	V(te) $\times S^2$
Pembuatan <i>Work Order</i> (RAB, KAK, <i>Schedule</i>) & Review	A	4	6	1	1
Perencanaan Pengadaan	B	5	7	0,83	0,69
Pengadaan Material Utama & Material Consumable	C	27	30	1,17	1,36

<i>Conveyor Body Part</i>	E	10	12	0,83	0,69
<i>Top Chain Part</i>	F	12	15	0,83	0,69
<i>Mechanical Conveyor (ass.bearing,& dll)</i>	G	12	15	1	1
Rangkaian DOL (<i>Direct On Line</i>)	H	10	12	0,83	0,69
<i>Assembly</i>	I	8	10	0,83	0,69
<i>Finishing</i>	J	8	10	0,83	0,69
<i>Internal Inspection</i>	K	1	2	0,67	0,44
<i>Customer Acceptance</i>	L	2	4	0,5	0,25
<i>Packaging</i>	M	1	2	0,33	0,11
<i>Pengiriman</i>	N	1	2	0,33	0,11
Σ V (te)				8,44	
Standard Deviasi				2,91	

1) Probabilitas proyek produksi *Conveyor Table Top Chain* dapat selesai tepat waktu yaitu dengan rumus :

$$Z = \frac{T_d - T_e}{s} = \frac{127 - 130}{2,91} = -1,030$$

1) Dalam *Table* Distribusi normal Z, jika Z memiliki nilai -1,030 diperoleh hasil 0,1515. Sehingga didapatkan probabilitas proyek *Conveyor Table Top Chain* dapat selesai dalam waktu 127 hari adalah $1 - 0,1515 = 0,8485$. Artinya peluang proyek *Conveyor Table Top Chain* dapat selesai dalam waktu 127 hari adalah dengan probabilitas 84%

3.3. Analisis menggunakan metode *Crashing Project*

Untuk mempercepat proyek, dilakukan *crashing* pada dua aktivitas di jalur kritis dengan biaya akselerasi minimum:

Tabel 15.

Waktu Total Akselerasi				
No	Kode Aktivitas	Waktu normal (hari)	Waktu akselerasi (hari)	Total waktu akselerasi (hari)
1	A-B	6	5	1
2	B-C	7	4	3
3	C-D	30	13	17
4	C-E	3	2	1
5	D-F	12	9	3
6	E-F	15	11	4
7	F-G	15	7	8
8	G-H	12	11	1
9	H-I	10	8	2
10	I-J	10	9	1
11	J-K	2	1	1
12	K-L	4	3	1
13	L-M	2	1	1

KETENTUAN PENULISAN JURNAL "SURYA TEKNIKA"

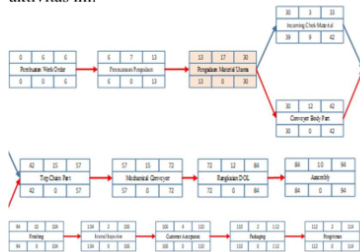
14	M-N	2	1	1
Total	130	85	45	

Tabel 16.

Akselerasi/Crashing Project (lanjutan)

Biaya normal (Rp)	Biaya Akselerasi (Rp)	Total Biaya akselerasi (Rp)	Biaya akselerasi /hari (Rp)
30.492.000	50.192.000	19.700.000	19.700.000
35.574.000	51.334.000	15.760.000	5.253.333
152.460.000	203.680.000	51.220.000	3.012.941
15.246.000	23.126.000	7.880.000	7.880.000
60.984.000	96.444.000	35.460.000	11.820.000
76.230.000	119.570.000	43.340.000	10.835.000
76.230.000	103.810.000	27.580.000	3.447.500
60.984.000	104.324.000	43.340.000	43.340.000
50.820.000	82.340.000	31.520.000	15.760.000
50.820.000	86.280.000	35.460.000	35.460.000
10.164.000	14.104.000	3.940.000	3.940.000
20.328.000	32.148.000	11.820.000	11.820.000
10.164.000	14.104.000	3.940.000	3.940.000
10.164.000	14.104.000	3.940.000	3.940.000
660.660.000	995.560.000	334.560.000	180.148.775

Dari Tabel 16, aktivitas C-D merupakan aktivitas yang memiliki biaya akselerasi per hari terkecil, sehingga akan dilakukan *crash* pada aktivitas ini.

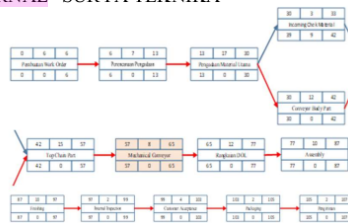


Gambar 6. Crashing Project Tahap 1 (aktivitas C-D)



Gambar 7. Validasi Data Crashing Tahap 1 Menggunakan Aplikasi MS Project

Kemudian, aktivitas dalam lintasan kritis yang kedua yang dapat dipercepat adalah aktivitas dengan biaya total akselerasi terendah kedua yaitu aktivitas F-G, dengan total percepatan dari waktu normal 15 hari menjadi 8 hari.



Gambar 8. Crashing Project Tahap 2 (aktivitas F-G)



Gambar 9. Validasi Data Crashing Tahap 2 Menggunakan Aplikasi MS Project

Dari hasil *crashing project* aktivitas C-D, dan F-G maka perubahan total waktu akselerasi dan biaya yang diperlukan dari proyek pembuatan Conveyor Table Top Chain adalah sebagai berikut.

Tabel 17.
Hasil Biaya Crashing

Kejadian	Wn	Wa	Ws	Biaya aks /hari	Jmlh biaya aks. (Rp)
C-D	30	13	17	Rp3.012.941	Rp39.168.233
F-G	15	7	8	Rp3.447.500	Rp24.132.500
Total Biaya tambahan setelah akselerasi					Rp 63.300.733

Hasil *Crashing* atau percepatan diperoleh dua aktivitas yang dapat dipercepat waktu penyelesaiannya dari 127 hari menjadi 107 hari dengan memangkas waktu 20 hari pengerjaan yaitu pada aktivitas C-D dan F-G, membutuhkan total biaya *crash* sebesar Rp63.300.733,00

4. Simpulan

Berdasarkan hasil analisis penjadwalan proyek produksi Conveyor Table Top Chain dengan metode CPM, PERT, dan Crashing, diperoleh beberapa kesimpulan berikut:

- Metode CPM, berhasil mengidentifikasi lintasan kritis pada kegiatan A-B-C-E-F-G-H-I-J-K-L-M-N, dengan aktivitas D (*Incoming Check Material*) memiliki *slack*, sehingga tidak memengaruhi waktu total pada proyek produksi Conveyor Table Top Chain jika tertunda.
- Dengan menggunakan metode PERT didapatkan Probabilitas proyek produksi

KETENTUAN PENULISAN JURNAL "SURYA TEKNIKA"

Conveyor Table Top Chain dapat selesai lebih cepat yaitu 127 hari adalah 84%.

3. Dengan metode *Crashing Project*, dua aktivitas (C–D dan F–G) dipercepat, sehingga durasi proyek dapat dipangkas 42 127 hari menjadi 107 hari selisih 20 hari dengan penambahan biaya sebesar Rp63.300.733,00. Total biaya proyek meningkat dari Rp 660.660.000,00 menjadi Rp 723.960.733,00.

Daftar Pustaka

- [1] B. Tutuko, H. Setijo Pudjiharjo, B. J. Nugroho, and T. B. Santosa, "Analisis Sistem Manajemen Pengendalian Mutu Dalam Meningkatkan Kinerja Waktu Proses Konstruksi Bangunan Gedung Tinggi Di Kota Surabaya," *J. Civ. Eng. Technol. Sci.*, vol. 01, no. 02, pp. 56–68, 2022, [Online]. Available: <https://doi.org/10.56444/jcets.v1i2>
- [2] B. Santoso, "Manajemen Proyek," *Penerbit Graha Ilmu, Yogyakarta*, 2003.
- [3] I. Wiradinata, "Analisis Penggunaan Sistem Informasi Manajemen Proyek Berbasis Free Open-Source Software (Foss) Pada Perusahaan Berskala Besar Di Kabupaten Bekasi (Studi Kasus: Google Spreadsheet)," *J. Kaji. Tek. Elektro*, vol. 8, no. 1, pp. 17–21, 2023, doi: 10.52447/jkte.v8i1.6647.
- [4] B. Ramadani and S. M. Khoiroh, "ANALISIS BEBAN KERJA PADA BAGIAN PRODUKSI PAVING GUNA MENGOPTIMALKAN JUMLAH PRODUKSI PADA PT. PESONA ARNOS BETON DI GRESIK," pp. 31–41, 2024.
- [5] A. Lubis, E. Suhendar, and P. Suharmanto, "Optimasi Penjadwalan Proyek Pembangunan Jalan Tol Becakayu Seksi 1Bc Dengan Menggunakan Metode Cpm Dan Pert," *Sustain. Environ. Optim. Ind. J.*, vol. 3, no. 2, pp. 75–89, 2021, doi: 10.36441/seoi.v3i2.461.
- [6] S. Id, *METODE CPM-PERT TERHADAP PENJADWALAN PROSES PRODUKSI CONVEYOR TABLE TOP CHAIN PADA CV. XYZ*. 2025.
- [7] I. N. Lokajaya, "Analisis Pengendalian Waktu Dan Biaya Pada Proyek Peningkatan Jalan Dengan Metode Cpm Dan Pert," *Heuristic*, vol. 16, no. 2, pp. 57–65, 2019, doi: 10.30996/he.v16i2.2970.
- [8] A. Abdurrasyid, L. Luqman, A. Haris, and I. Indrianto, "Implementasi Metode PERT dan CPM pada Sistem Informasi Manajemen Proyek Pembangunan Kapal," *Khazanah Inform. J. Ilmu Komput. dan Inform.*, vol. 5, no. 1, pp. 28–36, 2019, doi: 10.23917/khif.v5i1.7066.
- [9] E. Larson and C. Gray, *Project Management: The Managerial Process 6e*. McGraw Hill, 2014.
- [10] F. I. Wiranda and H. Murnawan, "Manajemen Proyek Pengerjaan Pipa Air pada PT. X Menggunakan Metode CPM dan PERT," *J. Tek. Ind. Terintegrasi*, vol. 7, no. 2, pp. 1139–1146, 2024, doi: 10.31004/jutin.v7i2.28508.
- [11] Tolu Tamalika and Indra Syahrul Fuad, "Analisis Penjadwalan Waktu Pekerjaan Proyek Poltekkes Jurusan Farmasi Tahap I dalam Perspektif Manajemen Proyek," *J. Pendidik. Tambusai*, vol. 6, no. 1, pp. 8207–8214, 2022, [Online]. Available: <https://jptam.org/index.php/jptam/article/view/3685>
- [12] F. Hidayanto, "MENGOPTIMALKAN PELAKSANAAN PROYEK INSTALASI GAS MEDIS DENGAN CPM DAN PERT DI RS HASTIEN RENGASDENGKLOK," *INDUSTRIKRISNA*, vol. 12, no. 2, 2023, doi: 10.61488/industrikrisna.v12i2.335.
- [13] M. A. Alwi and I. Syahrizal, "Analisis Penerapan Sistem Penjadwalan CPM , PERT , Dan LOB Pada Penjadwalan Proyek (Studi Kasus : Pembangunan Gedung Kantor PT . Jasa Asuransi Indonesia – Pematang Siantar)," *J. Tek. Sipil USU*, pp. 1–13, 2015.
- [14] N. R. Athira, D. A. M. Andris, and S. M. Khoiroh, "Crashing Project Evaluation by Managing Allocation Resource and Cost using CPM-PERT and MS,Project in Nurul Hayat Mosque's Renovation," *Tibuana*, vol. 4, no. 02, pp. 69–82, 2021, doi: 10.36456/tibuana.4.02.3770.69-82.
- [15] D. Teras, B. Tjahjono, M. R. Islamy, P. Seruyan, P. Seruyan, and P. Seruyan, "Jurnal Penelitian Jalan dan Jembatan," vol. 4, pp. 11–21, 2024.
- [16] S. Qomariyah and F. Hamzah, "Analisis Network Planning Dengan Cpm (Critical Path Method) Dalam Rangka Efisiensi Waktu Dan Biaya Proyek," vol. 1, no. 4, pp. 408–416, 2013.
- [17] S. M. Khoiroh, "MENGOPTIMALKAN CRASHING PROJECT PEMASANGAN SALURAN RUMAH DI PERUMAHAN X DENGAN PENDEKATAN CPM-PERT," vol. 15, no. 1, pp. 39–48, 2018.

ISSN: 2354-6751

KETENTUAN PENULISAN JURNAL "SURYA TEKNIKA"

SURYA TEKNIKA Jurnal hasil penelitian dan karya ilmiah bidang teknologi industri, mesin, otomotif

ORIGINALITY REPORT

16%

SIMILARITY INDEX

14%

INTERNET SOURCES

4%

PUBLICATIONS

7%

STUDENT PAPERS

PRIMARY SOURCES

1	journal.arteei.or.id Internet Source	5%
2	Submitted to Universitas Putera Batam Student Paper	3%
3	core.ac.uk Internet Source	2%
4	Submitted to Universitas 17 Agustus 1945 Surabaya Student Paper	1%
5	repository.mercubuana.ac.id Internet Source	1%
6	digilib.uin-suka.ac.id Internet Source	1%
7	repository.its.ac.id Internet Source	<1%
8	e-jurnal.unisda.ac.id Internet Source	<1%
9	jurnal.politap.ac.id Internet Source	<1%
10	www.coursehero.com Internet Source	<1%
11	www.researchgate.net Internet Source	<1%

12	Internet Source	<1 %
13	Submitted to Universitas Sultan Ageng Tirtayasa Student Paper	<1 %
14	jurnal.umj.ac.id Internet Source	<1 %
15	semnastera.polteksmi.ac.id Internet Source	<1 %
16	www.scribd.com Internet Source	<1 %
17	123dok.com Internet Source	<1 %
18	eprints.polsri.ac.id Internet Source	<1 %
19	repository.ub.ac.id Internet Source	<1 %

Exclude quotes On

Exclude matches Off

Exclude bibliography On